

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* TIGA PASS,
SHELL SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Disusun :

FARUG ALFAN GHOZALI

NIM : D 200 12 0133

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* TIGA *PASS*,
SHELL SATU *PASS* UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

FARUG ALFAN GHOZALI

D 200 12 0133

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Sartono Putro, Ir., MT.

HALAMAN PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* TIGA PASS,
SHELL SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON**

Oleh:

FARUG ALFAN GHOZALI

D 200 12 0133

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari sabtu, 15 April 2017

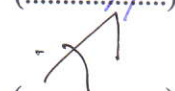
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Sartono Putro, Ir. MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Subroto, Ir. MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Sunardi Wiyono, Ir. MT.
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)


(.....)


(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D

NIK. 682

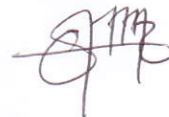
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 April 2017

Penulis



Farug Alfanz Ghazali

D 200 12 0133

RANCANG BANGUN *HEAT EXCHANGER TUBE NON FIN* TIGA PASS, *SHELL* SATU PASS UNTUK MESIN PENGERING EMPON-EMPON.

Abstraksi

Heat Exchanger adalah peralatan yang digunakan untuk melakukan proses pertukaran kalor antara dua fluida, baik cair (panas atau dingin) maupun gas, dimana fluida ini mempunyai temperatur yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perpindahan kalor dengan melakukan variasi debit 0,026, 0,028 dan 0,030 m³/s. *Heat exchanger* yang digunakan dalam pengujian ini memiliki aliran menyilang. Cara kerja dari *heat exchanger* ini yaitu fluida dingin berupa udara yang didapat dari blower mengalir masuk kedalam *heat exchanger*, dalam proses ini fluida dingin akan menerima kalor dari fluida panas yang didapat dari kompor, dan fluida dingin tersebut mengalir masuk kedalam mesin pengering empon-empon. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah meningkatnya debit fluida dingin, maka perubahan temperatur, kalor yang diterima fluida dingin, koefisien perpindahan kalor total, koefisien perpindahan kalor fluida dingin, efisiensi dan perubahan massa kunyit mengalami peningkatan.

Kata kunci : Alat penukar kalor, Variasi Debit, Koefisien Perpindahan panas

Abstracts

Heat Exchanger is the equipment used to perform the process the exchange of heat between two fluids, liquid (hot or cold) and gas, where the fluid has different temperatures. This study intend to determine the heat transfer with debit variation 0,026, 0,028 and 0,030 m³/s. Heat exchangers are used in this research has a cross flow. The heat exchangers mecanism are cold fluid in form of air obtained from the blower to flow into the heat exchanger, in this process cold fluid will receive heat from hot fluid coming from the stove, and the cold fluid flows into the engine drying machine medicinal. The result of this research show that, if the cold fluid mass flow rate of air are bigger, it is means that temperature different, heat of cold fluid mass flow, ,overall heat transfer coefficient,heat transfer coefficient of cold fluid, efficiency and mass different of turmeric rate is bigger.

Keywords : Heat Exchanger, Debit Variations, Heat Transfer Coefficient

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam dunia industri Indonesia terdapat banyak sekali industri kelas menengah. Diantara beberapa industri yang berkembang dimasyarakat yaitu industri yang bergerak dibidang obat-obatan tradisional baik berskala kecil

seperti jamu gendongan dan skala besar seperti jamu seduh yg sudah dikemas menjadi serbuk yang berbahan baku dari empon-empon. Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini banyak obat tradisional atau jamu yang dibuat menjadi serbuk sari agar menjadi lebih praktis dan awet. Pada salah satu prosesnya, sebelum dijadikan serbuk terdapat proses pengeringan yaitu dengan mengurangi kadar air dari empon-empon itu sendiri.

Pengeringan secara alami memanfaatkan panasnya sinar matahari sangat bergantung dengan cuaca. Sedangkan diIndonesia sendiri terdapat dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Pada musim penghujan empon-empon tidak dapat dikeringkan dengan energi matahari secara maksimal, kalau proses pengeringannya terkendala oleh cuaca maka empon-empon akan rusak dan tidak bisa dijadikan serbuk sari. Sehingga padasaat musim penghujan menjadi suatu kendala dalam proses ini. Sedangkan secara pembuatan menggunakan mesin, proses pengeringan tidak akan terkendala oleh cuaca.

Mesin pengering yang digunakan untuk mengeringkan bahan empon-empon basah tersebut antarlain dengan menggunakan *heat exchanger* yaitu dengan cara mengalirkan udara panas secara berkelanjutan. *Heat exchanger* adalah alat penukar kalor yang berfungsi untuk mengubah temperatur dan fasa suatu jenis fluida. Proses tersebut terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan kalor dari fluida bersuhu tinggi menuju fluida bersuhu rendah. Dalam perkembangannya *heat exchanger* mengalami transformasi bentuk yang bertujuan meningkatkan efisiensi sesuai dengan fungsi kerjanya. Bentuk *heat exchanger* yang sering digunakan ialah *shell and tube*. Dengan berbagai pertimbangan bentuk ini dinilai memiliki banyak keuntungan baik dari segi fabrikasi, biaya, hingga unjuk kerja. Pada penelitian ini penulis ingin menganalisa *Heat Exchanger tube non fin tiga pass, shell satu pass* dengan variasi debit $0,026 \text{ m}^3/\text{dt}$, $0,028 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan $0,030 \text{ m}^3/\text{dt}$.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan masalah ini maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

Bagaimana desain dan konstruksi *Heat Exchanger shell and tube non fin* untuk pengeringan empon-empon.

Bagaimana pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap temperatur fluida dingin (ΔT_c).

Bagaimana pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap Kalor yang diterima oleh fluida dingin (q_c).

Bagaimana pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap perubahan berat kunyit.

Bagaimana pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total (U).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Mendapatkan desain dan konstruksi *Heat Exchanger shell and tube non fin* untuk pengeringan empon-empon.

Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap temperatur fluida dingin (ΔT_c).

Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin (q_c).

Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap hasil pengeringan.

Mengetahui pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total (U).

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dimana ada terdapat beberapa batasan masalah, yaitu :

Mesin pengering Empon-empon tidak diuji.

Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah debit 0.026, 0,028, 0,030 (m^3/dt).

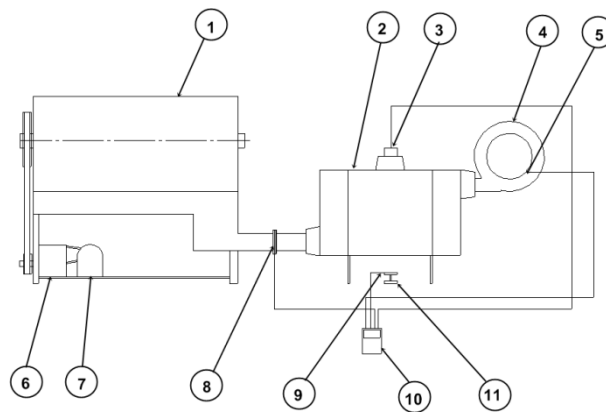
Bahan yang digunakan adalah kunyit sebanyak 1 kg.

Indikator penelitian adalah variasi debit terhadap hasil penelitian.

Menggunakan blower sentrifugal dengan daya 150w.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

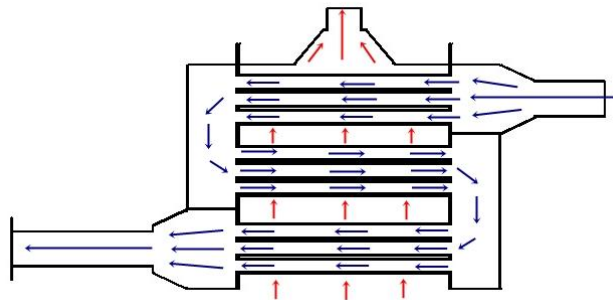


Gambar 1. Alat penelitian

Keterangan :

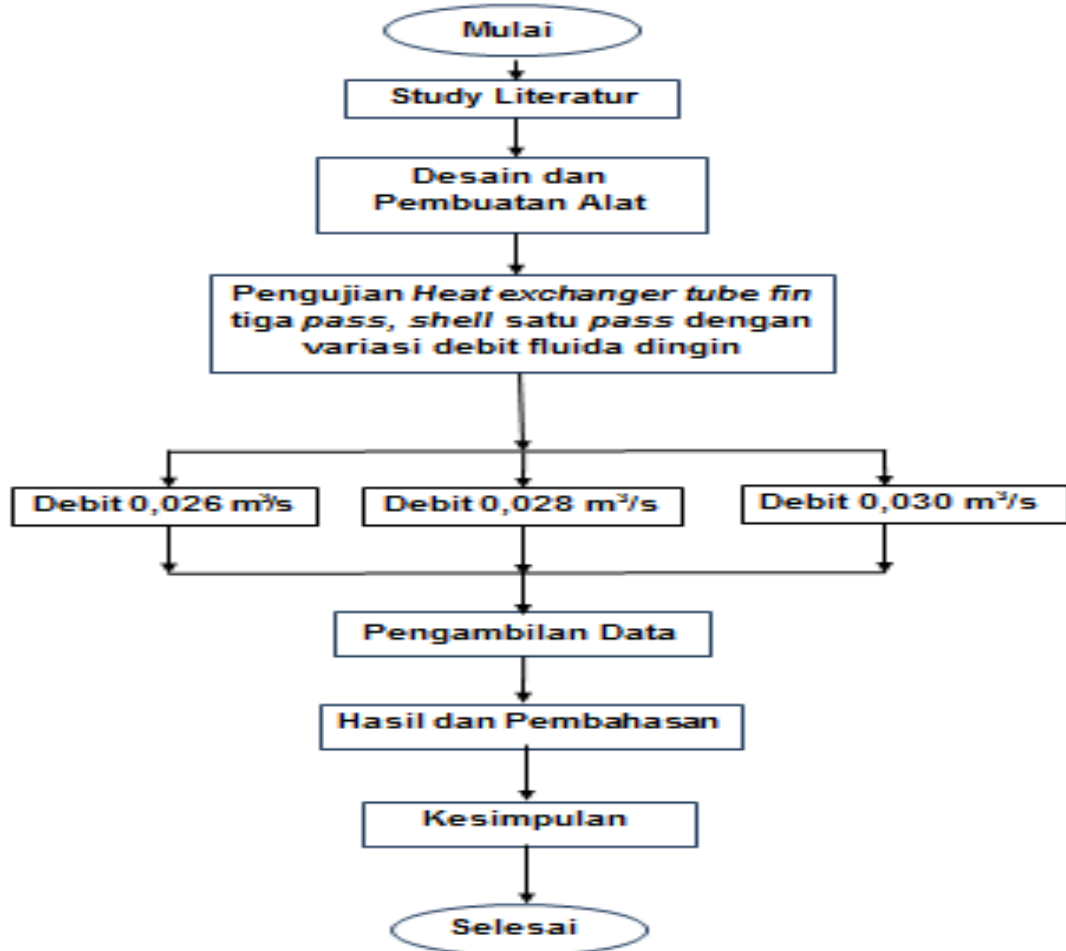
- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. Mesin pengering empon-empon | 7. Motor |
| 2. <i>Heat Exchanger</i> | 8. <i>Thermocouple 2 (Tco)</i> |
| 3. <i>Thermocouple 4 (Tho)</i> | 9. <i>Thermocouple 3 (Thi)</i> |
| 4. Blower | 10. <i>Thermoreader</i> |
| 5. <i>Thermocouple 1 (Tci)</i> | 11. Kompor |
| 6. <i>Gear reducer</i> | |

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Udara, Kunyit dan gas LPG.



Gambar 2. Aliran fluida pada *Heat exchanger*

2.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

2.3. Tahapan Penelitian

Sebelum pengujian menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan seperti kunyit, gas LPG, memasang regulator pada tabung gas, memasang *thermocouple* ke *heat exchanger* dan menyiapkan stopkontak yang akan digunakan untuk menyalakan *blower* dan mesin pengering.

Memastikan instalasi sudah terpasang semua dengan benar dan bahan sudah siap selanjutnya mengatur kecepatan udara pada *blower* dengan debit $0,026\text{ m}^3/\text{s}$.

Untuk mengetahui variasi debit fluida dingin yaitu menghitung kecepatan fluida dingin dengan menggunakan anemometer dan kemudian dikalikan dengan luas pada *input* fluida dingin.

Memasukkan 1 kg kunyit ke dalam mesin pengering, kemudian menyalakan kompor untuk memanaskan *heat exchanger* selama 10 menit.

Menyalakan *blower*, *thermocouple*, dan mesin pengering secara bersamaan selama 30 menit.

Mencatat temperatur pada *thermocouple* setiap 10 menit sekali dalam jangka waktu 30 menit.

Mematikan *blower*, kompor dan mesin pengering secara bersamaan, kemudian mengambil kunyit.

Menimbang kunyit dengan timbangan digital, dan menimbang tabung gas LPG dengan timbangan analog, kemudian hitung selisih berat kunyit dan tabung gas sebelum dan sesudah penelitian.

Dinginkan mesin pengering dan *Heat exchanger* hingga suhu kamar.

Lakukan penelitian seperti diatas dengan variasi debit 0,028, dan $0,030\text{ m}^3/\text{s}$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Table.1 Data hasil pengujian *Heat Exchanger*

Peng-ujian	Q _c	T _{c_i}	T _{c_o}	Th _i	Th _o	ΔT _c	ΔTh
	m ³ /s	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)	(⁰ C)
1	0,026	43,9	122,9	1088,3	215,6	79	872,7
2	0,028	40,8	126,9	1067,8	214,6	86,1	853,2
3	0,030	38,6	136,6	1048,3	213,7	98	834,6

Pengujian	$\dot{m}_{lpg} \times 10^{-4}$	Mi kunyit	Me kunyit	Δm kunyit
	(Kg/s)	(g)	(g)	(g)
1	1,25	1000	781	219
2	1,25	1000	778	222
3	1,25	1000	769	231

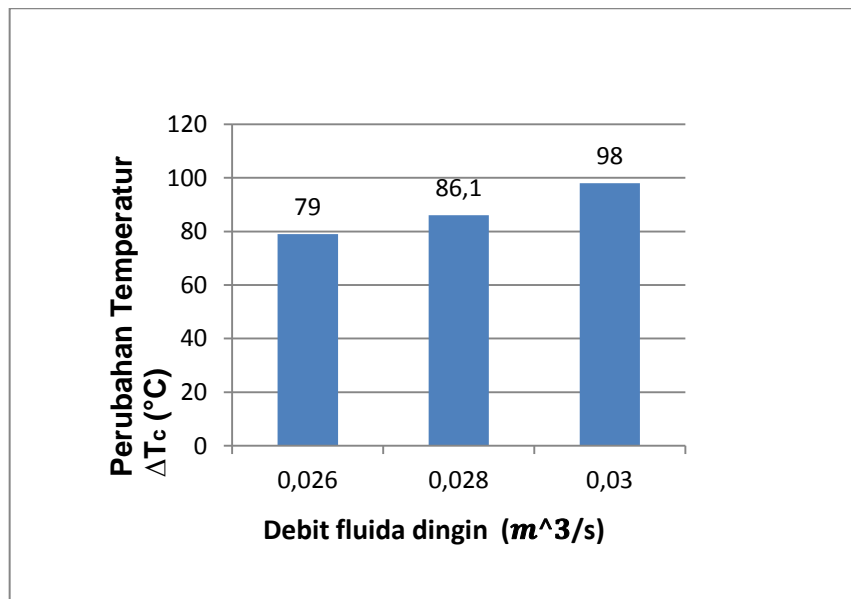
Tabel 2 Hasil perhitungan

Peng-ujian	q _c	$\dot{m}_h \times 10^{-3}$	C _c	C _h	q _{max}	ε
	(Watt)	(kg/s)	(W/K)	(W/K)	(W)	
1	2072,48	1,96	26,234	2,373	2288,521	0,84
2	2433,46	2,36	28,252	2,850	2926,950	0,83
3	2962,05	3,95	30,270	3,570	3604,629	0,83

Peng-ujian	C _{min} /C _{max}	NTU	U	Re _c	Nu _c
			(W/m ² K)		
1	0,09	2,6	12,423	87580,039	179,959
2	0,10	2,5	14,313	94227,267	190,806
3	0,11	2,4	17,138	100148,21	200,338

Peng- ujian	Nu _c	h _c	q _{lpg}	η
		(w/m ² K)	(W)	(%)
1	179,959	260,941	6269	33,05
2	190,806	286,208	6269	38,81
3	200,338	300,508	6269	47,24

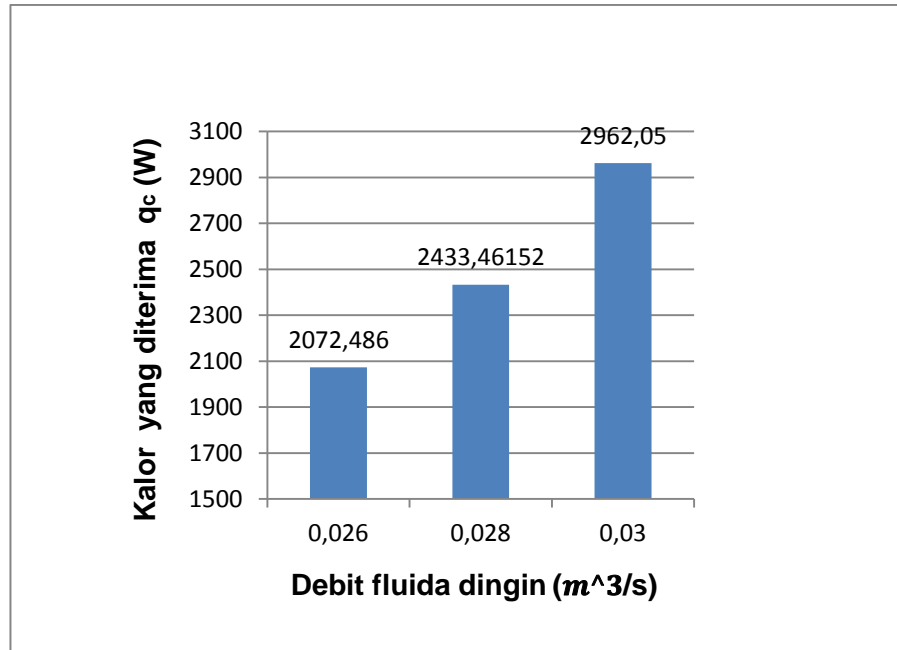
3.2. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Perubahan Temperatur Fluida Dingin



Gambar 4. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap perubahan temperatur fluida dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap perubahan temperatur dingin, hasil perubahan temperatur pada debit fluida dingin 0,026 m³/s dengan hasil perubahan temperatur fluida dingin 79 °C, sedangkan pada debit fluida dingin 0,028 m³/s didapatkan hasil perubahan temperatur fluida dingin adalah 86,1 °C, Dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s dengan hasil perubahan temperatur fluida dingin sebesar 98 °C. Dari diagram di atas didapatkan perubahan temperatur fluida dingin terbesar pada debit 0,030 m³/s dengan perubahan temperatur fluida dingin sebesar 98 °C.

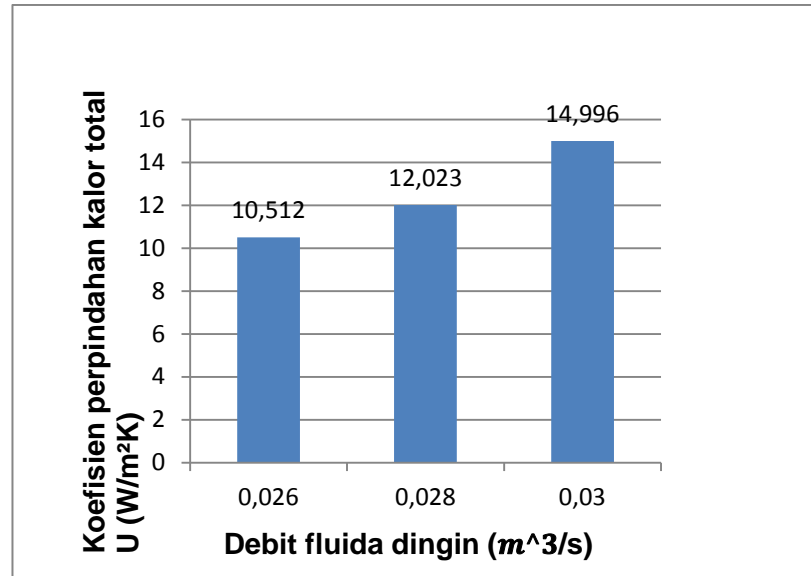
3.3. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Kalor yang Diterima Fluida Dingin



Gambar 5. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap kalor yang diterima fluida dingin, hasil kalor yang diterima fluida dingin pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/s$ dengan hasil kalor yang diterima fluida dingin $2072,486 \text{ W}$, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/s$ didapatkan hasil kalor yang diterima fluida dingin adalah $2433,46152 \text{ W}$, Dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/s$ dengan hasil kalor yang diterima fluida dingin sebesar $2962,05 \text{ W}$. Dari diagram diatas didapatkan kalor yang diterima fluida dingin terbesar pada debit $0,030 \text{ m}^3/s$ dengan kalor yang diterima fluida dingin sebesar $2962,05 \text{ W}$.

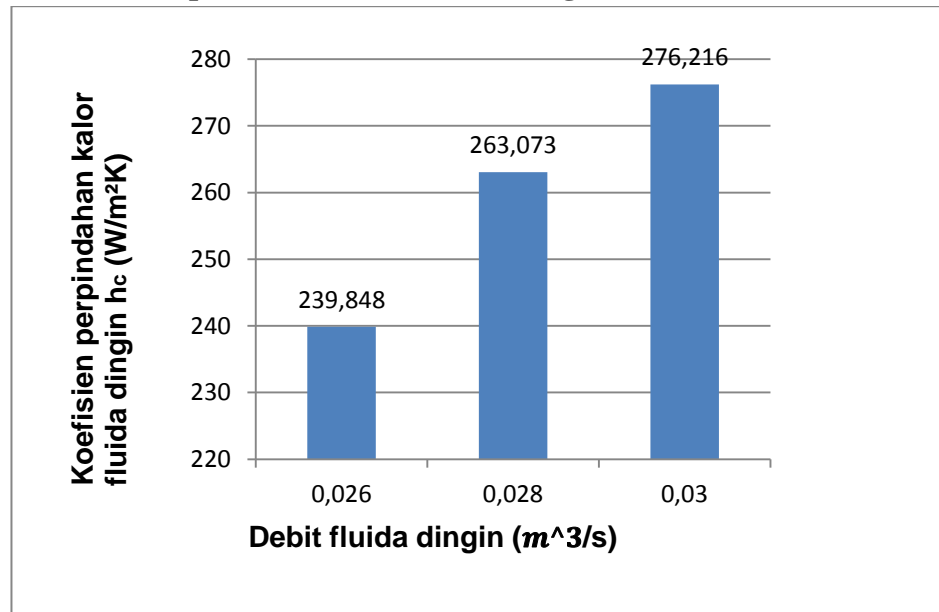
3.4. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Koefisien Perpindahan Kalor Total



Gambar 6. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor total, hasil koefisien perpindahan kalor total pada debit fluida dingin $0,026 m^3/s$ dengan hasil koefisien perpindahan kalor total $10,512 W/m^2K$, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 m^3/s$ didapatkan hasil koefisien perpindahan kalor total adalah $12,023 W/m^2K$, Dan pada debit fluida dingin $0,030 m^3/s$ dengan hasil koefisien perpindahan kalor total sebesar $14,996 W/m^2K$. Dari diagram di atas didapatkan koefisien perpindahan kalor total terbesar pada debit $0,030 m^3/s$ dengan koefisien perpindahan kalor total sebesar $14,996 W/m^2K$.

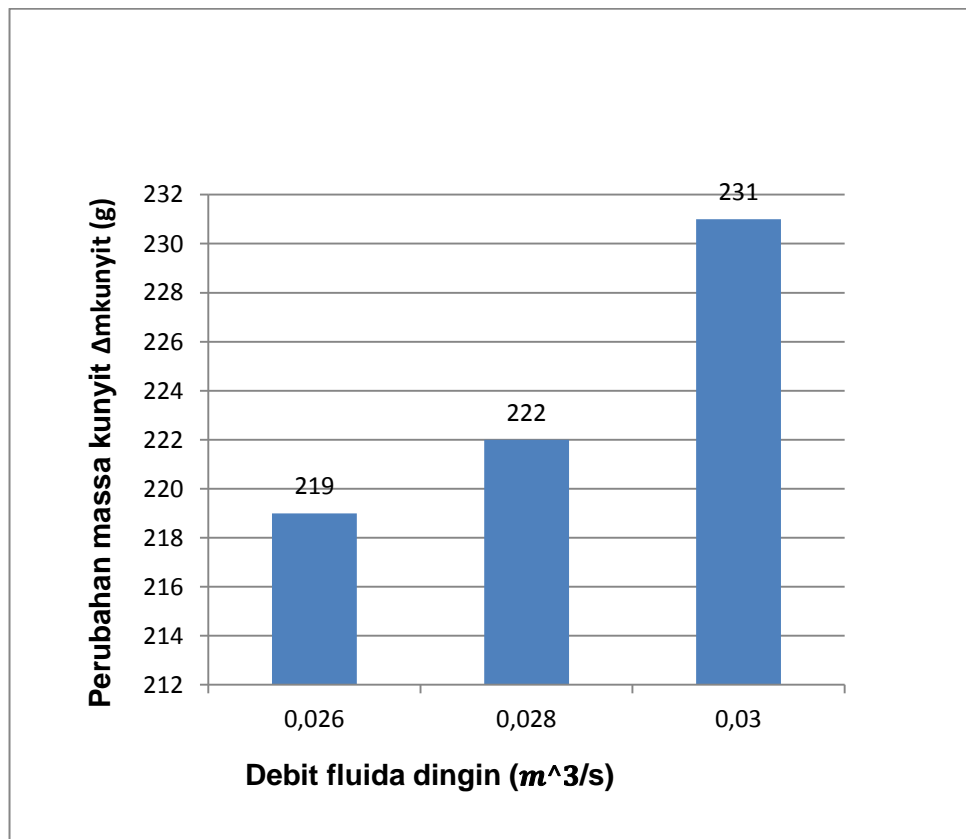
3.5. Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Perubahan Koefisien Perpindahan Kalor Fluida Dingin



Gambar 7. Pengaruh variasi debit fluida dingin terhadap Perpindahan Kalor Fluida Dingin

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap koefisien perpindahan kalor fluida dingin, hasil koefisien perpindahan kalor total pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/s$ dengan hasil koefisien perpindahan kalor fluida dingin $239,848 \text{ W/m}^2K$, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/s$ didapatkan hasil koefisien perpindahan kalor fluida dingin adalah $263,073 \text{ W/m}^2K$, Dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/s$ dengan hasil koefisien perpindahan kalor fluida dingin sebesar $276,216 \text{ W/m}^2K$. Dari diagram di atas didapatkan koefisien perpindahan kalor total terbesar pada debit $0,030 \text{ m}^3/s$ dengan koefisien perpindahan kalor fluida dingin sebesar $276,216 \text{ W/m}^2K$.

3.6 Pengaruh Varisi Debit Terhadap Perubahan Massa Kunyit



Gambar 8 Pengaruh Variasi Debit Fluida Dingin Terhadap Perubahan Massa Kunyit (Δm_{kunyit})

Pada gambar di atas menunjukkan pengaruh debit fluida dingin terhadap perubahan massa kunyit, hasil perubahan massa kunyit pada debit fluida dingin $0,026 \text{ m}^3/s$ dengan hasil perubahan massa kunyit 219 g, sedangkan pada debit fluida dingin $0,028 \text{ m}^3/s$ didapatkan perubahan massa kunyit adalah 222 g, Dan pada debit fluida dingin $0,030 \text{ m}^3/s$ dengan hasil perubahan massa kunyit sebesar 231 g. Dari diagram di atas didapatkan perubahan massa kunyit terbesar pada debit $0,030 \text{ m}^3/s$ dengan perubahan massa kunyit sebesar 231 g.

4. PENUTUP

4.1. Keesimpulan

Desain dan Kontruksi *Heat Exchanger Tube non fin* tiga pass, *shell* satu *pass* menggunakan bahan plat besi dengan tebal 2 mm dan pipa besi dengan tebal 2mm dan diameter 18mm. Didapatkan *Heat exchanger* dengan ukuran panjang 445 mm, lebar 206 mm, tinggi 350 mm, dengan jumlah *tube* 24, diameter 18mm, tebal 2 mm dan panjang 300 mm.

Perubahan temperatur fluida dingin dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka perubahan temperatur fluida dingin semakin besar pula. Pada debit fluida dingin 0,026 m³/s, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan 79 °C, pada debit fluida dingin 0,028 m³/s, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan 86,1 °C, dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s, perubahan temperatur fluida dingin yang dihasilkan 98 °C.

Kalor yang diterima fluida dingin dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka kalor yang diterima fluida dingin semakin besar. Pada debit fluida dingin 0,026 m³/s, kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2072,486 W, pada debit fluida dingin 0,028 m³/s, kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2433,46152 W dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s, kalor yang diterima fluida dingin sebesar 2962,05 W.

Perubahan massa kunyit dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka perubahan massa kunyit semakin besar. Pada debit fluida dingin 0,026 m³/s, perubahan massa kunyit sebesar 219 g, pada debit fluida dingin 0,028 m³/s, perubahan massa kunyit sebesar 222 g, dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s, perubahan massa kunyit sebesar 231 g.

Koefisien perpindahan kalor total dipengaruhi oleh debit fluida dingin, semakin besar debit fluida dingin maka koefisien perpindahan kalor total semakin besar. Pada debit fluida dingin 0,026 m³/s, koefisien perpindahan kalor total sebesar 10,512 W/m²K, pada debit fluida dingin

0,028 m³/s, koefisien perpindahan kalor total sebesar 12,023 W/m²K, dan pada debit fluida dingin 0,030 m³/s, koefisien perpindahan kalor total sebesar 14,996 W/m²K.

4.2. Saran

Peneliti menyadari bahwa banyak permasalahan yang belum terselesaikan, oleh karena itu untuk memperluas pengetahuan perpindahan kalor khususnya yang berkaitan dengan *heat exchanger*, peneliti memberi saran supaya pada perancangan selanjutnya peneliti dapat meningkatkan efisiensi *heat exchanger* dengan cara memberi isolator pada dindingnya, agar kalor yang dihasilkan pada gas LPG tidak banyak terbuang ke ruangan.

4.3. PERSANTUNAN

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-NYA sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir berjudul “Rancang Bangun *Heat Exchanger Tube Non Fin Tiga Pass, Shell Satu Pass* Untuk Mesin Pengering Empon-empon”, dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D., Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tri Widodo Besar Riyadi, ST., MSc., Ph.D., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Bapak Sartono Putro, Ir.MT selaku pembimbing akademik dan tugas akhir yang banyak memberikan ilmu, waktu, dan dorongan serta arahan dalam proses bimbingan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

Doni, Dona dan Saka selaku satu kelompok yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini.

Teman-teman santri dan mahasiswa teknik mesin angkatan 2012.
Semua pihak yang telah membantu semoga Allah SWT membalas
kebaikan kita semua.

Daftar Pustaka

- Ahmad. Wafi B, (2012). ***“Rancang Bangun Heat Exchanger Shell and Tube Single Phase”***. Skripsi. Fakultas Teknik Pertanian Universitas Diponegoro.
- Anggraini Handoyo Eka Dewi, (2000) ***“Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Efektivitas Shell and Tube Heat Exchanger”***, Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Anggraini Handoyo Eka Dewi, (2000) ***“Pengaruh Tebal Isolasi Thermal Terhadap Efektivitas Plat Heat Exchanger”***. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra.
- Cengel, Y. A. (2003). ***“Heat Transfer”***. Mc. Graw Hill New York.
- CL Law (2014). ***“Food Technologies Dryer”***. Taylor and Francis.
- Mukherjee Rajiv (1998). ***“Effectivity Design Shell and Tube Heat Exchanger”***. Chem Eng Progress.
- Peter (2013). ***“Hairpin Heat Exchanger”***. From www.lv-soft.com
- Wahyudi Didik, (2000). ***“Optimasi Heat Exchanger Tabung Konsentris”***. Jurnal Teknik Mesin Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Yopi Handoyo, Ahsan (2012). ***“Analisis Kinerja Alat Penukar Kalor Jenis Shell and Tube Pendingin Aliran Air pada PLTA Jatiluhur”***. Skripsi. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Bekasi MEDIA MESIN, Vol. 9, No. 2, Juli 2008, 69 - 75 71 ISSN 1411-4348.
- Zainiudin, (2008) ***“Studi Eksperimental Efektivitas Alat Penukar Kalor Shell and Tube dengan Memanfaatkan Gas Buang Mesin Diesel Sebagai Pemanas Air”***. Tesis. Universitas Sumatra Utara.